

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-343584

(P2004-343584A)

(43) 公開日 平成16年12月2日 (2004. 12. 2)

(51) Int. Cl. ⁷

H04N 5/225
G06T 7/00

F 1

H04N 5/225 F
G06T 7/00 300E

テーマコード (参考)

5C022
5L096

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-139840 (P2003-139840)
(22) 出願日 平成15年5月19日 (2003. 5. 19)

(71) 出願人 000004352
日本放送協会
東京都渋谷区神南2丁目2番1号
(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造
(72) 発明者 菅原 正幸
東京都世田谷区砧一丁目10番11号
日本放送協会 放送技術研究
所内
(72) 発明者 島本 洋
東京都世田谷区砧一丁目10番11号
日本放送協会 放送技術研究
所内

最終頁に続く

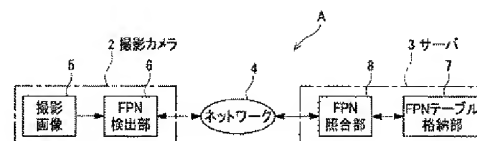
(54) 【発明の名称】 撮影カメラ特定装置及び撮影カメラ特定方法

(57) 【要約】

【課題】メタデータを付加することなく、撮影された画像自体の情報から簡単な画像処理によって撮影カメラを特定できる撮影カメラ特定装置、方法を提供する。

【解決手段】撮影カメラ2が被写体（図示せず）を撮影して撮影画像5を取り込むと、FPN検出部6が、撮影画像5に含まれる固有のFPNを検出し、ネットワーク4を介してサーバ3へ送信する。FPN検出部6は、撮影画像5の中の複数ラインについてFPNを検出して平均化することにより、偶発的なランダム雑音を排除している。FPN照合部8は、撮影カメラ2から受信したFPNと、FPNテーブル格納部7にあらかじめ登録されている撮影カメラごとのFPNを一覧表にしたFPNテーブルとの照合を行い、マッチングしたとき、受信したFPNに対応する固有のFPNを有する撮影カメラ2を特定する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像素子を用いたカメラによって撮影された画像を取り込み、その画像から前記カメラを特定する撮影カメラ特定装置であって、

前記カメラに取り込まれた画像から前記撮像素子に固有な固定パターン雑音であるF P Nを検出するF P N検出手段と、

複数のカメラのF P NをF P Nテーブルとして予め格納するF P Nテーブル格納手段と、前記F P N検出手段で検出されたF P Nと前記F P Nテーブル格納手段に格納されたF P Nテーブルのカメラ毎のF P Nとを比較照合するF P N照合手段と、を備えることを特徴とする撮影カメラ特定装置。

【請求項2】

前記F P N検出手段は、

前記カメラが取り込んだ画像の所定領域において複数のフレームのF P Nを検出して加算し、その平均値を当該画像のF P Nとする時間フィルタリング処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の撮影カメラ特定装置。

【請求項3】

前記F P N検出手段は、

前記カメラが取り込んだ画像の映像レベルに依存されない一定レベルのF P Nを検出するレベル対応処理を行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮影カメラ特定装置。

【請求項4】

前記F P N検出手段は、

前記カメラが取り込んだ画像の明暗が一樣である画像領域を抽出し、この抽出した画像領域のデータをフィルタリングする空間フィルタリング処理を行うことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置。

【請求項5】

前記F P N検出手段は、

前記カメラが取り込んだ画像におけるR G Bカラーチャネル間に相関がない部分をF P Nとして検出するカラーチャネル間の相関処理を行うことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置。

【請求項6】

前記F P N検出手段は、

前記カメラが取り込んだ画像における自然画像の映像レベルに依存されずに一定レベルを有する加算性F P Nを検出する加算性F P N領域検出部と、前記カメラが取り込んだ画像における自然画像の映像レベルに比例してレベルが変化する乗算性F P Nを検出する乗算性F P N領域検出部と、を備えることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置。

【請求項7】

撮像素子を用いたカメラによって撮影された画像を取り込み、その画像から前記カメラを特定する撮影カメラ特定方法であって、

前記カメラに取り込まれた画像から検出された前記撮像素子に固有なF P Nと、あらかじめ登録されているカメラ毎のF P Nとのマッチングにより、撮影された画像を取り込んだカメラを特定することを特徴とする撮影カメラ特定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、映像（画像）を撮影したカメラを特定するための撮影カメラ特定装置及び撮影カメラ特定方法に関し、特に、固体撮像素子を用いた撮影カメラを撮影画像から特定する撮影カメラ特定装置及び撮影カメラ特定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、CCD (Charge Coupled Device) 等の固体撮像素子を用いたビデオカメラや電子スチルカメラなど（以下、これらを総称して撮影カメラと云う）で撮影された画像に対して撮影を行った撮影カメラを特定するためには、撮影カメラに関する情報属性を詳細に示すデータであるメタデータなどが広く用いられている。例えば、日本電子工業振興協会（JEIDA）によって電子スチルカメラ向けの固有情報及び運用規定として規格された画像フォーマット（Exif: EXchangeable Image file Format）がある。このExifを利用し、撮影された画像に関する撮影時刻、撮影範囲、映像色、焦点距離などと共に、撮影したカメラのカメラIDなどの情報属性データをメタデータとして用いることにより、撮影を行った電子スチルカメラを特定する技術が実用化されている。すなわち、カメラIDなどを記録したメタデータを、通常の映像データとは別な場所に格納したり、電子透かしなどとして映像に埋め込んだりすることにより、映像を撮影した撮影カメラを特定することができる。

【0003】

また、下記の特許文献1には、カメラによる対象物の映像とカメラの位置（つまりカメラそのもの）を特定する技術が開示されている。この技術は、カメラが撮影対象物に設置された複数の標識を含む映像を取得し、映像上に投影された標識の位置とあらかじめ登録された標識の絶対的な位置との関係から、撮影対象物とカメラとの空間的な関係を特定するものである。このとき、標識の認識率を向上させるために、特定光を反射させたり透過させたりする材料や、特定光を発光させる材料を標識として用いることによって、撮影対象物とカメラとの空間的な関係の特定をより精密に行っている。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-351826号公報（段落番号0013-段落番号0020、第1図～第6図）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述のようなExifを利用した従来の手法では、撮影カメラにメタデータを付加しなければ撮影された画像と撮影カメラとを対応付けすることができない。従って、このような撮影カメラにメタデータを付加する方法では、当該メタデータを画像から切り離してしまうと撮影カメラを特定することができない。さらには、撮影時において、撮影カメラに関する情報属性データをメタデータとして付加しなければならないので、撮影カメラの使い勝手がよくない（煩雑な手間がかかる）という問題がある。

【0006】

また、前記した特許文献1の技術では、撮影カメラを特定するためには撮影画像に対して高度な画像処理を行わなければならないので、撮影システム全体が複雑かつ高価なものになってしまうと共に、撮影カメラを特定するための手順がかなり複雑なものになってしまう。すなわち、従来の技術では、撮影カメラにメタデータを付加することなく、かつ高度な画像処理を行うことなく、撮影された画像自体の情報から撮影カメラを特定することができないという問題がある。

【0007】

本発明は、前記した課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、メタデータを付加することなく、簡単な画像処理によって撮影された画像自体の情報から撮影カメラを特定することができる撮影カメラ特定装置および撮影カメラ特定方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、以下に示す構成とした。

請求項1記載の撮影カメラ特定装置は、撮像素子を用いたカメラによって撮影された画像

を取り込み、その画像からカメラを特定する撮影カメラ特定装置であって、F P N検出手段と、F P Nテーブル格納手段と、F P N照合手段とを備える構成とした。

【0009】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段によって、カメラが撮影した画像から検出された撮像素子に固有な固定パターン雑音 (F P N: Fixed Pattern Noise) と、F P Nテーブル格納手段にあらかじめF P Nテーブルとして格納 (登録) されているカメラ毎のF P Nとを、F P N照合手段でマッチングすることにより、当該画像の撮影を行ったカメラを特定している。このようにして画像自体から撮影を行ったカメラを特定することにより、カメラにメタデータなどを付加することなく一義的にカメラを特定することができる。よって、この撮影カメラ特定装置によれば、複雑な作業手順を行うことや高度な画像処理を行うことなく、所望の画像がどのカメラで撮影されたかを簡単に特定することができる。

【0010】

また、請求項2記載の撮影カメラ特定装置は、請求項1に記載の撮影カメラ特定装置において、前記F P N検出手段は、前記カメラが取り込んだ画像の所定領域において複数のフレームのF P Nを検出して加算し、その平均値を当該画像のF P Nとする時間フィルタリング処理を行うことを特徴とする。

【0011】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段で、1 画像中の複数のフレームだけ縦方向のF P Nを検出して加算し、その平均値を画像のF P Nとして求めているので、一つのラインに固有のランダム雑音を複数分の一に低減することができる。つまり、複数のフレームの出力からF P Nの平均値を求めることによって、一つのフレームに偶発的に発生したランダム雑音を除去して、画像のF P Nを検出することができる。

【0012】

また、請求項3記載の撮影カメラ特定装置は、請求項1または請求項2に記載の撮影カメラ特定装置において、前記F P N検出手段は、前記カメラが取り込んだ画像の映像レベルに依存されない一定レベルのF P Nを検出するレベル対応処理を行うことを特徴とする。

【0013】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段で、レベル対応処理を行うことによって広い画像領域でレベルが黒である領域を特定し、その特定領域内の画素のレベルばらつきから映像レベルに依存されず一定レベルであるF P Nを検出している。このような処理を行うことによって正確且つ簡単にF P Nを検出することができる。

【0014】

また、請求項4記載の撮影カメラ特定装置は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置において、前記F P N検出手段は、前記カメラが取り込んだ画像の明暗が一樣である画像領域を抽出し、この抽出した画像領域のデータをフィルタリングする空間フィルタリング処理を行うことを特徴とする。

【0015】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段で、空間フィルタリング処理を行うことによって、撮影カメラに取り込まれた光学的な撮影画像から特定の空間周波数をフィルタで除去して撮影画像の改善を行っている。これによって、自然画像からF P Nのみを高精度に弁別して検出することができる。

【0016】

また、請求項5記載の撮影カメラ特定装置は、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置において、前記F P N検出手段は、前記カメラが取り込んだ画像におけるR G Bカラーチャネル間に相関がない部分をF P Nとして検出するカラーチャネル間の相関処理を行うことを特徴とする。

【0017】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段で、R G Bカラーチャネル間の相関が高い部分は被写体を撮影した撮影画像の模様であると判断し、R G Bカラーチ

ャネル間に相関がない部分はF P Nであると判断している。なお、一般的に、自然画像はR G Bカラーチャネル間の相関が高く、F P NはR G Bカラーチャネル間に相関がない。これによって、自然画像から容易にF P Nのみを弁別して検出することができる。

【0018】

また、請求項6記載の撮影カメラ特定装置は、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の撮影カメラ特定装置において、前記F P N検出手段は、前記カメラが取り込んだ画像における自然画像の映像レベルに依存されずに一定レベルを有する加算性F P Nを検出する加算性F P N領域検出部と、前記カメラが取り込んだ画像における自然画像の映像レベルに比例してレベルが変化する乗算性F P Nを検出する乗算性F P N領域検出部と、を備えることを特徴とする。

【0019】

かかる構成によれば、撮影カメラ特定装置は、F P N検出手段の加算性F P N領域検出部および乗算性F P N領域検出部で、画像中の暗部画像データの平均値と画像中の明部画像データの平均値とを検出することにより、加算性F P Nと乗算性F P Nを容易に算出することができる。このようにして加算性F P Nと乗算性F P Nとを求めることによって、F P N照合手段で、F P Nテーブル格納手段に格納されているF P Nと個別に比較照合を行うことができ、より正確に撮影カメラの特定を行うことができる。

【0020】

さらに、請求項7記載の撮影カメラ特定方法は、撮像素子を用いたカメラによって撮影された画像を取り込み、その画像から前記カメラを特定する撮影カメラ特定方法であって、前記カメラに取り込まれた画像から検出された前記撮像素子に固有なF P Nと、あらかじめ登録されているカメラ毎のF P Nとのマッチングにより、撮影された画像を取り込んだカメラを特定することを特徴とする。

【0021】

この方法によれば、画像自体から撮影を行ったカメラを特定することによって一義的にカメラを特定することができる。したがって、メタデータを付加したり高度な画像処理を行ったりすることなく、所望の画像がどのカメラで撮影されたかを簡単に特定することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

本発明の撮影カメラ特定装置は、撮影画像に現われる固定パターン雑音（F P N）を利用して撮影カメラを特定することを特徴としている。つまり、CCDなどの固体撮像素子に固有なF P Nを手がかりとして、画像を撮影した撮影カメラの識別を行うものである。さらに詳しく述べれば、撮影カメラによって撮影された画像から検出されたF P Nと、あらかじめ登録されている撮影カメラごとのF P Nとの照合を行い、照合結果の一致（つまり、マッチング）によって撮影カメラの特定を行う。このとき、撮影された画像から高精度にF P Nを検出するために、レベル対応処理、時間フィルタリング、空間フィルタリング、あるいはカラーチャネル間の相関などを利用している。

【0023】

以下、図面を用いて、本発明の一実施の形態である撮影カメラ特定システムを詳細に説明する。図1は本発明における撮影カメラ特定システムの基本的な構成図である。図1において、本発明の撮影カメラ特定システムAは、CCDなどの固体撮像素子を備えた撮影カメラ2と、各種の撮影カメラのF P Nを一覧表にしたF P Nテーブルを格納し、このF P Nテーブルと撮影カメラ2が撮影した被写体1の画像に含まれる固有のF P Nとを比較照合するサーバ3とが、LANやインターネットなどのネットワーク4に接続された構成となっている。このような構成により、撮影カメラ2が被写体1を撮影して取り込んだ撮影画像に含まれる固体撮像素子に固有のF P Nが撮影カメラ2によって検出され、このF P Nがネットワーク4を介してサーバ3へ送信される。すると、サーバ3は、撮影カメラ2から受信したF P Nと、自己にあらかじめ登録されている撮影カメラごとのF P Nを一覧表にしたF P Nテーブルとの照合を行い、両者がマッチングしたとき、受信したF P Nに

対応するF P Nを有する撮影カメラ2を特定する。

【0024】

ここで、撮影カメラ2を特定するときに利用される撮影画像のF P Nについて説明する。撮影カメラ2の固体撮像素子によって撮影された画像は、再生するときにその画像の特定部分に固定された（時間的に変化しない）明暗の模様が発生する。この模様は、各個体撮像素子ごとに固有のパターンを有して固定パターンノイズ（F P N）と呼ばれている。したがって、撮影画像に現われる固有のF P Nによってその画像を撮影した固体撮像素子、つまり、撮影カメラ2を特定することができる。尚、F P Nの発生原因は、固体撮像素子の光電変換特性、暗電流のばらつき、及び光学系の傷欠陥などによって生じるものである。特に、暗電流は温度と共に変化し、10℃の上昇で暗電流は2倍に増加するので、検出されたF P Nと温度特性とを併せて利用すれば、一段と高い精度で固体撮像素子（つまり、撮影カメラ）を特定することができる。尚、固体撮像素子に固有なF P Nが発生する理由やそのF P Nを除去する技術などに関しては、例えば、特開平10-313428号公報や特開2001-86415公報などに報告されている。

【0025】

図2は、図1に示す撮影カメラ特定システムAにおける撮影カメラ2とサーバ3の詳細な構成を示す構成図である。図2において、撮影カメラ2は、この撮影カメラ2が被写体1（図1参照）を撮影して取り込んだ撮影画像5と、撮影画像5に含まれる固有のF P Nを検出するとなるF P N検出部6（特許請求の範囲のF P N検出手段に相当）とを備えた構成となっている。

【0026】

また、サーバ3は、各種の撮影カメラ2が撮影したときに発生する各撮影カメラ2に固有のF P Nを登録し、これらのF P Nを一覧表にしてF P Nテーブルとして格納しているF P Nテーブル格納部7（特許請求の範囲のF P Nテーブル格納手段に相当）と、撮影カメラ2のF P N検出部6から受信したF P NとF P Nテーブル格納部7に格納されているF P Nテーブルとを比較照合するF P N照合部8（特許請求の範囲のF P N照合手段に相当）とを備えた構成となっている。

【0027】

尚、F P Nテーブルには、各撮影カメラが撮影した撮影画像に含まれるF P Nと対応する撮影カメラのIDナンバーとがフレーム画像データの一覧表になって登録されている。また、この実施の形態では、F P N検出部6が撮影カメラ2に内蔵されており、F P N照合部8と、F P Nテーブル格納部7とがサーバ3に内蔵されているが、これらF P N検出部6と、F P N照合部8と、F P N格納部7とを単一の装置として構成したものが、撮影カメラ特定装置となる。

【0028】

次に、図2に示す撮影カメラ特定システムの動作について説明する。撮影カメラ2が被写体1（図1参照）を撮影して撮影画像5を取り込むと、F P N検出部6は、撮影画像5からF P Nを検出し、ネットワーク4を介してこのF P Nをサーバ3へ送信する。すると、サーバ3においては、F P N照合部8が、F P Nテーブル格納部7に格納されているF P Nテーブルと撮影カメラ2から受信した固有のF P Nとを比較照合する。そして、F P N照合部8は、固有のF P Nと一致したF P Nテーブル上のF P Nに対応する撮影カメラのIDナンバーを読み出し、撮影画像5を取り込んだ撮影カメラ2を特定する。

【0029】

このとき、F P N検出部6が、特別に撮影された全面黒、全面白、グレースケールなどの画像からではなく、通常のシーンを撮影した自然画像からそのままF P Nを検出することは極めて困難である。すなわち、F P N検出部6は、自然画像（つまり、撮影画像5）に含まれる固有の画像データがF P Nであるのか被写体そのものであるのかを判断することはできない。そのため、F P N検出部6が撮影画像5からF P Nを弁別して検出するために、レベル対応処理、時間フィルタリング、空間フィルタリング、あるいはカラーチャンネル間の相関などが利用される。

【 0 0 3 0 】

ここで、F P N 検出部 6 が行うレベル対応処理では、例えば、広い画像領域でレベルが黒である領域を特定し、その特定領域内の画素のレベルばらつきから映像レベルに依存されず一定レベルを有する F P N (以下、加算性 F P N という)を検出する。これによって、自然画像から F P N を容易に弁別して検出することができる。

【 0 0 3 1 】

また、F P N 検出部 6 が時間フィルタリングを行うのは次のような理由によるものである。映像の画素データは撮影カメラ自体や伝送経路に起因するランダム雑音を含んでいるので、1 フレームだけのデータを検出したのではランダム雑音と F P N とを弁別することはできない。そこで、各フレームの検出データを時間加算して平均化する(つまり、時間フィルタリングする)ことによって、ランダム雑音を抑制して真の F P N を検出している。換言すれば、画像中の一つのフレームから F P N を検出すると、そのフレームだけに含まれるランダム雑音が F P N として検出されてしまう。したがって、そのフレームに偶然に大きなランダム雑音が入ると、そのランダム雑音が F P N として誤検出される。そこで、1 画像中の複数のフレーム分だけ縦方向の F P N を検出して加算し、その平均値を画像の F P N として求めれば、一つのフレームに固有のランダム雑音は複数分の一の平方根に低減される。このようにして、複数のフレーム分の出力から F P N の平均値を求めることによって、一つのフレームに特有のランダム雑音が F P N の誤差分として混入することを防ぐことができる。したがって、F P N 検出部 6 が、検出すべき撮影画像 5 について時間フィルタリングを行うことによって、偶発的なランダム雑音に依存されない固体撮像素子に固有の F P N を検出することができる。

【 0 0 3 2 】

また、F P N 検出部 6 が空間フィルタリングを行うのは次のような理由によるものである。つまり、空間フィルタリングでは、最初に比較的一様である画像領域を空間ローパスフィルタで抽出し、次に抽出した画像領域のデータをハイパスフィルタ (H P F : H i g h P a s s F i l t e r) でフィルタリングすることにより、高い空間周波数の F P N のみを検出する。これによって、自然画像から真の F P N のみを弁別して検出することができる。換言すれば、空間フィルタリングでは、撮影カメラ 2 に取り込まれた光学的な撮影画像 5 から、特定の空間周波数をフィルタで除去することによって撮影画像 5 の改善を行い、F P N を正確に検出している。

【 0 0 3 3 】

F P N 検出部 6 がカラーチャネル間の相関を行うのは次のような理由によるものである。一般に自然画像は R G B カラーチャネル間の相関が高くなっている。一方、F P N は R G B カラーチャネル間に相関がない。そこで、R G B カラーチャネル間の相関が高い部分は被写体を撮影した撮影画像の模様であると判断し、R G B カラーチャネル間に相関がない部分は F P N であると判断する。これによって、自然画像から真の F P N のみを容易に弁別して検出することができる。尚、F P N 検出部 6 は、レベル対応処理、時間フィルタリング、空間フィルタリング、カラーチャネル間の相関の処理を組み合わせてもよいし、何れかの処理を単独で行ってもよい。

【 0 0 3 4 】

次に、撮影カメラ 2 の F P N 検出部 6 が行う動作をさらに詳細に説明する。図 3 は、図 2 の撮影カメラにおける F P N 検出部の詳細な構成を示す構成図である。図 3 に示すように、F P N 検出部 6 は、共通のパラメータ決定部 1 1 と、加算性 F P N を検出する加算性 F P N 領域検出部 1 2 及び加算性 F P N 時間 L P F (ローパスフィルタ: L o w P a s s F i l t e r) 1 3 と、乗算性 F P N を検出する乗算性 F P N 領域検出部 1 4 及び乗算性 F P N 時間 L P F 1 5 と、加算性 F P N と乗算性 F P N とをネットワークに出力する F P N 出力部 1 6 とを備えた構成となっている。すなわち、F P N 検出部 6 が撮影画像 5 の自然画像から F P N を高精度に検出するためには、加算性 F P N を検出する検出系統と乗算性 F P N を検出する検出系統とを設ける必要がある。

【 0 0 3 5 】

加算性F P Nとは、撮影画像5における自然画像の映像レベルに依存されずに一定レベルを有するF P Nのことである。また、乗算性F P Nとは、撮影画像5における自然画像の映像レベルに比例してレベルが変化するF P Nのことである。例えば、撮影画像5の画素ごとにアンプ（増幅手段）がある場合に生じるF P Nを考えると、アンプのスレッシュホルドレベル（閾値）のばらつきは加算性F P Nが生じる原因となり、アンプのゲインのばらつきは乗算性F P Nが生じる原因となる。

【0036】

次に、図3におけるF P N検出部6が行う動作について説明する。F P N検出部6が撮影画像5の自然画像からF P Nを検出するとき、加算性F P N領域検出部12が、撮影画像5の所定の領域における複数のフレーム数に亘って平坦な暗部（黒の部分）を加算性F P N検出対象領域として検出し、これを加算性F P N時間L P F 13へ送信する。すなわち、加算性F P N領域検出部12が画像領域中の暗部を検出するときに、暗部と判定するスレッシュホルドレベルV d以下のデータを複数のフレームについて検出し、このデータを加算性F P N時間L P F 13へ送信する。

【0037】

すると、加算性F P N時間L P F 13は、検出された複数のフレームの加算性F P Nを加算平均（時間軸フィルタリング）する。このようにして、検出された複数の加算性F P Nを時間方向でL P Fに通すことによって加算平均が行われるので、ランダム雑音及び撮影シーンの影響が排除された真の加算性F P Nが検出される。このとき、パラメータ決定部11は、加算性F P N領域検出部12及び加算性F P N時間L P F 13に対して、暗部画像データの平均値電圧V d a v e、加算平均するフレーム数N、及び暗部と判定するための電圧のスレッシュホルドレベルV dを設定する。これによって、所望のフレーム数の平均値電圧V d a v eが所定のスレッシュホルドレベルV dの電圧以下である暗部の領域の加算性F P Nが正確に検出される。

【0038】

次に、乗算性F P N領域検出部14が、撮影画像5の所定の領域における複数のフレーム数（ライン数）に亘って平坦な明部（白の部分）を乗算性F P Nとして検出し、これを乗算性F P N時間L P F 15へ送信する。すると、乗算性F P N時間L P F 15は、検出された複数のフレームの乗算性F P Nを加算平均（時間軸フィルタリング）する。このようにして、検出された複数の乗算性F P Nを時間方向でL P Fに通すことによって、ランダム雑音及び撮影シーンの影響が排除された真の乗算性F P Nが検出される。このとき、パラメータ決定部11は、乗算性F P N領域検出部14及び乗算性F P N時間L P F 15に対して、明部画像データの平均値電圧V b a v e、加算平均するフレーム数N、明部の下限と判定するための電圧のスレッシュホルドレベルV b 1、及び明部の上限と判定するための電圧のスレッシュホルドレベルV b 2を設定する。これによって、所望のフレーム数の平均値電圧V b a v eが所定のスレッシュホルドレベルの範囲内にある明部が、乗算性F P Nとして正確に検出される。すなわち、 $V b 1 < V b a v e < V b 2$ となるような平均値電圧V b a v eに基づいて乗算性F P Nが正確に検出される。

【0039】

そして、F P N出力部16から加算性F P Nと、乗算性F P Nとがネットワーク4を介して、サーバ3に送信される。

【0040】

以上のようにして検出された加算性F P N及び乗算性F P NとF P Nテーブルとのマッチングについては、検出された加算性F P N及び乗算性F P Nと対応するF P Nテーブルの相関を利用すればよい。つまり、F P Nテーブルには、各撮影カメラのカメラIDと固有のF P Nが対応付けられて記録されているので、検出された加算性F P N及び乗算性F P Nと、F P Nテーブルに記録されているF P Nに対応するカメラIDの相関から、撮影カメラを一義的に特定することができる。

【0041】

図4は、F P N検出部6が画像領域に存在する暗部の加算性F P Nを検出するときの処理

の流れを示すフローチャートである。また、図5は、FPN検出部6が画像領域に存在する明部の乗算性FPNを検出するときの処理の流れを示すフローチャートである。尚、図4、図5のフローチャートを説明するときに使用するパラメータは、前述とも重複するパラメータもあるがそれぞれ次のように定義する。

【0042】

$V_{fpnd}(x, y)$: 座標が (x, y) である画素における加算性FPN、 $V_{fpnb}(x, y)$: 座標が (x, y) である画素における乗算性FPN、 $V_{dave}(x, y)$: 座標が (x, y) である画素における暗部画像データの平均値、 $V_{bave}(x, y)$: 座標が (x, y) である画素における明部画像データの平均値、 N : 加算平均するフレーム数、 V_d : 暗部と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル、 V_{b1} : 明部の下限と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル、 V_{b2} : 明部の上限と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル、 V_i : i フレームにおけるデータの電圧値、 i : 検出される第 i フレームのナンバー

【0043】

まず、図4のフローチャートにしたがって、暗部の加算性FPNを求めるときの処理の流れを説明する。最初に撮影カメラ2が撮影した撮影画像を入力し(ステップS1)、検出すべきフレームナンバー $i = 1$ を設定する(ステップS2)。次に、撮影画像から第1フレーム(つまり、 $i = 1$)のデータを取り込み(ステップS3)、画像領域の暗部における電圧がスレッシュホールドレベル V_d 以下である $V_i(x, y)$ のフレームデータを記録する(ステップS4)。このようにして、フレームナンバー i について順次 V_d 以下である $V_i(x, y)$ の電圧データを記録し、フレームナンバー i が加算平均するフレーム数 N に達したか否か(つまり、 $i = N$ か)を判定する(ステップS5)。ここで、 i が N に達していなければ(ステップS5でNoの場合)、 $i = N$ に達するまでステップS3からステップS5までの処理を続ける。

【0044】

一方、ステップS5で i が N に達していれば、つまり $i = N$ であれば(ステップS5でYesの場合)、座標 (x, y) ごとに存在する第 i フレームのフレームデータ $V_i(x, y)$ を加算平均して、座標が (x, y) である画素における暗部画像データの平均値 $V_{dave}(x, y)$ を求める(ステップS6)。次に、ハイパスフィルタ(HPF)によって $V_{dave}(x, y)$ に含まれる直流成分を除去する(ステップS7)。このようにして求められた暗部画像データの平均値 $V_{dave}(x, y)$ は次の式(1)で表わすことができる。

$$V_{dave}(x, y) = V_{fpnd}(x, y) + 1/2 V_d \times V_{fpnb}(x, y) \cdots (1)$$

【0045】

次に、図5のフローチャートにしたがって、明部の乗算性FPNを求めるときの処理の流れを説明する。最初に撮影カメラ2が撮影した撮影画像を入力し(ステップS11)、検出すべきフレームナンバー $i = 1$ を設定する(ステップS12)。そして、撮影画像の第1フレームのデータを取り込み(ステップS13)、画像領域の明部における電圧がスレッシュホールドレベル V_{b1} 以上であってスレッシュホールドレベル V_{b2} 以下である $V_i(x, y)$ のフレームデータを記録する。つまり、 $V_{b1} < V_i(x, y) < V_{b2}$ となるようなフレームデータ $V_i(x, y)$ を記録する(ステップS14)。このようにして、フレームナンバー i について順次 V_{b1} 以上かつ V_{b2} 以下である $V_i(x, y)$ の電圧データを記録し、フレームナンバー i が加算平均するフレーム数 N に達したか否か($i = N$ か)を判定する(ステップS15)。ここで、 i が N に達していなければ(ステップS15でNoの場合)、 $i = N$ に達するまでステップS13からステップS15までの処理を続ける。

【0046】

一方、ステップS15で i が N に達していれば、つまり $i = N$ であれば(ステップS15でYesの場合)、座標 (x, y) ごとに存在する第 i フレームのフレームデータ V_i (

x, y)を加算平均して、座標が (x, y) である画素における明部画像データの平均値 $V_{bave}(x, y)$ を求める(ステップS16)。次に、ハイパスフィルタ(HPF)によって $V_{bave}(x, y)$ に含まれる直流成分を除去する(ステップS17)。このようにして求められた明部画像データの平均値 $V_{bave}(x, y)$ は次の式(2)で表わすことができる。

$$V_{bave}(x, y) = V_{fpnd}(x, y) + 1/2(V_{b2} - V_{b1}) \times V_{fpnb}(x, y) \cdots (2)$$

【0047】

前記したようにして求められた上記の式(1)及び式(2)を解くことにより、加算性FPNである $V_{fpnd}(x, y)$ と乗算性FPNである $V_{fpnb}(x, y)$ を求めることができる。また、図4に示すような暗部の加算性FPNを求める処理や、図5に示すような明部の乗算性FPNを求める処理は、ハードウェアを構成して実現することもできるしソフトウェアとして実現することもできる。尚、撮影カメラに入力される入力信号レベルと撮影カメラから出力される出力信号レベルは比例関係にない場合がある。このように、入力信号レベルと出力信号レベルの関係が非線形であるガンマ特性の場合は、入力信号レベルの前段でガンマ補正(つまり、デガンマ処理)を行う必要がある。例えば、受像管の蛍光体から発光する光出力は加えられる電流の2乗に比例するので、カメラ側で2乗に逆比例する補正、つまりガンマ補正(デガンマ処理)を行うことによってカメラの入出力信号レベルを比例関係にする必要がある。つまり、このようなガンマ補正(デガンマ処理)を行うことによってより正確にFPNを検出することが必要である。

【0048】

以上述べた実施の形態は本発明を説明するための一例であり、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲で種々の変形が可能である。例えば、図3においてパラメータ決定部11が決定する、暗部と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル V_d 、明部の下限と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル V_{b1} 、明部の上限と判定するための電圧のスレッシュホールドレベル V_{b2} 、及び加算平均するフレーム数 N などのパラメータは、撮影カメラ全体のシステムや入力画像などに応じて適宜に選定する必要がある。また、各パラメータの具体的な値については、実験等に基づいて最適な値を決定することが望ましい。

【0049】

また、この前記した実施の形態では、撮影カメラ2によって、直接撮像画像を取り込んでFPNを検出しているが、例えば、撮影カメラ2に内蔵されているFPN検出部6と、サーバ3に内蔵されているFPN照合部8と、FPN格納部7とを単一の装置として構成した撮影カメラ特定装置によって、予め用意されている録画テープ等を使って、FPNを検出し、撮影したカメラを特定することができる。

【0050】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の撮影カメラ特定装置は、撮影カメラにメタデータを付加することなく、撮影カメラが撮影した画像に含まれる固有のFPNによって撮影カメラを特定することができる。これによって、複雑な作業手順を行うことや高度な画像処理を行うことなく、所望の映像がどのカメラで撮影されたかを一義的に特定することができる。また、通常は、2次元のFPNを補正するためには、少なくとも、フレームメモリと、加算性FPNであれば加算器、乗算性FPNであれば乗算器とがそれぞれ必要となり、結果的にカメラのコストや消費電力などを引き上げる要因となる。しかし、本発明の撮影カメラ特定装置によれば、撮影カメラを特定するのにカメラの特性を後処理で補正することにより、カメラのコストや消費電力などを引き上げたりするおそれはなくなる。さらには、撮影カメラの特定を著作権管理に利用することによって、著作権の保護や管理を行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における撮影カメラ特定システムの基本的な構成図である。

【図2】図1に示す撮影カメラ特定システムにおける撮影カメラとサーバの詳細な構成を示す構成図である。

【図3】図2の撮影カメラにおけるFPN検出部の詳細な構成を示す構成図である。

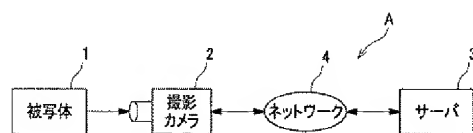
【図4】F P N検出部が画像領域に存在する暗部の加算性F P Nを検出するときの処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】FPN検出部が画像領域に存在する明部の乗算性FPNを検出するときの処理の流れを示すフローチャートである。

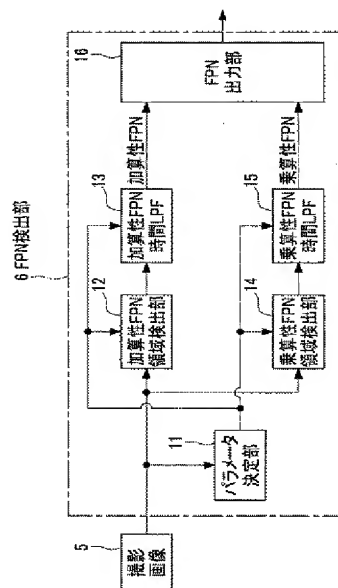
【符号の説明】

- 1 被写体
- 2 撮影カメラ
- 3 サーバ
- 4 ネットワーク
- 5 撮影画像
- 6 FPN検出部（FPN検出手段）
- 7 FPNテーブル格納部（FPNテーブル格納手段）
- 8 FPN照合部（FPN照合手段）
- 11 パラメータ決定部
- 12 加算性FPN領域検出部
- 13 加算性FPN時間LPF
- 14 乗算性FPN領域検出部
- 15 乗算性FPN時間LPF
- A 撮影カメラ特定システム

【例1】

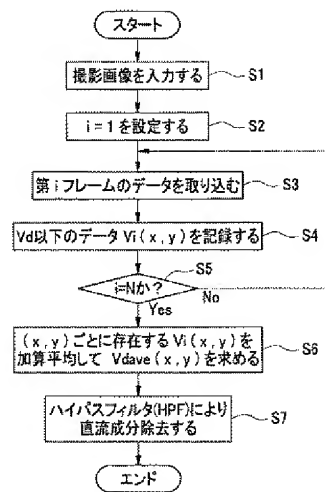


【图3】



【図4】

暗部の加算性FPNを求めるフロー

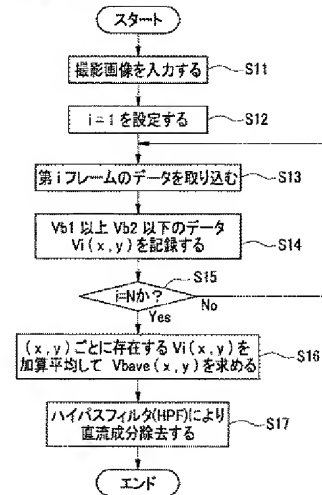


$$Vdave(x, y) = Vfpnd(x, y) + 1/2 Vd * Vfpnb(x, y) \quad \text{式(1)}$$

Vfpnd(x, y): 加算性 FPN
Vfpnb(x, y): 乗算性 FPN

【図5】

明部の乗算性FPNを求めるフロー



$$Vbave(x, y) = Vfpnd(x, y) + 1/2 (Vb2 - Vb1) * Vfpnb(x, y) \quad \text{式(2)}$$

Vfpnd(x, y): 加算性 FPN
Vfpnb(x, y): 乗算性 FPN

(72)発明者 白川 美穂
東京都世田谷区砧一丁目10番11号

日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 山下 誉行
東京都世田谷区砧一丁目10番11号

日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 三谷 公二
東京都世田谷区砧一丁目10番11号

日本放送協会 放送技術研究所内

Fターム(参考) 5C022 AA00 AC42

5L096 BA20 CA02 GA53 HA09